沖縄県立教育センター　研修報告集録　第31集（2-2）　251―260　2002年3月

＜通信・制御＞

科目「実習」における教材開発
― ＦＡシステムの制御実習手引書作成 ―

県立中部工業高等学校教諭　松　田　哲　也

Ⅰ　テーマ設定の理由

産業界では，従前の職人による手作業・機械作業から製品生産の速度や品質の向上そして大量生産を目指し，生産工程の一貫した自動化が図られるようになった。以来，産業界の取り巻く環境は，工業技術の目覚しい進展と共に，各種の生産設備の自動化・無人化を図るＦＡ（Factory Automation）を目指し変化を遂げてきた。それと同時にあらゆる分野においてもコンピュータ等を利用したシーケンス制御が幅広く用いられるようになった。このような産業界の急激な変化や進歩に対応すべく工業の分野においてもコンピュータの知識やその活用が不可欠となっている。

新学習指導要領では「工業の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させ，現代社会における工業の意義や役割を理解させるとともに，環境に配慮しつつ，工業技術の諸問題を主体的，合理的に解決し，社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てる。」を工業の目標と掲げ，また科目「実習」の目標においては「工業の各専門分野に関する基礎的な技術を実際の作業を通して総合的に習得させ，技術革新に主体的に対応できる能力と態度を育てる。」が示されている。

このようなことを背景に本県の工業高校にＦＡシステムやコンピュータ制御装置等が導入され，将来の産業界の担い手となるスペシャリストの育成のために，施設や設備の充実が図られている。

本校にも平成11年度にＦＡシステムが導入され，その活用がなされている。しかし，その中のＰＣ（Programmable　Controller），ベルトコンベア，ハンドロボット，そしてこれらを応用した協調制御についての教材が充分ではなく，生徒が効果的に知識，技能を習得できる教材の開発が急務である。

そこで本研修をとおしてシーケンス制御やハンドロボットの基礎・応用についての知識と技術を修得することにより，はじめてＦＡシステムを学ぶ生徒が基礎から応用まで段階的に学習でき理解を深められるようなわかりやすい教材を作成することを目標として本テーマを設定した。

Ⅱ　研究内容

1　研修項目

(1)　ＰＣの基礎学習
(2)　ハンドロボット操作の基礎・応用
(3)　空気圧制御
(4)　Visual Basicによる制御
(5)　シーケンス制御による相撲ロボットの製作
(6)　ＦＡシステムの制御実習手引書作成

2　ＰＣの基礎学習

(1)　PCとは

ＰＣは「入出力部を介して各種装置を制御するものであり，プログラマブルな命令を記憶するためのメモリを内蔵した電子装置」と定義されている。簡単にいうと，シーケンス制御を行うマイコンを内蔵した工業用電子装置である。

実際の現場では，ＦＡの中核機器として幅広く利用されていて，省力化，自動化になくてはならない。その利用形態には工場内のロボット，工作機械など複数の機器を制御するものから単独の機器を個別に制御するものまで，さまざまな形態がある。

(2)　ＰＣへの入出力機器 図1）

ＰＣには入力側に操作盤に設けられた押しボタンやディジタルスイッチなどの指令入力，あるいは装置の動作状態を検出する光電スイッチや近接スイッチなどのセンサ入力を接続し，出力側には電磁弁やモートルなどの駆動負荷やパイロットランプやディジタル表示器などの表示負荷が接続される。

これらの入力信号に対する出力信号の出方は，ＰＣ内のマイクロコンピュータを中心とする電子装置にプログラムを書き込むことによりその出力の内容が決定される。

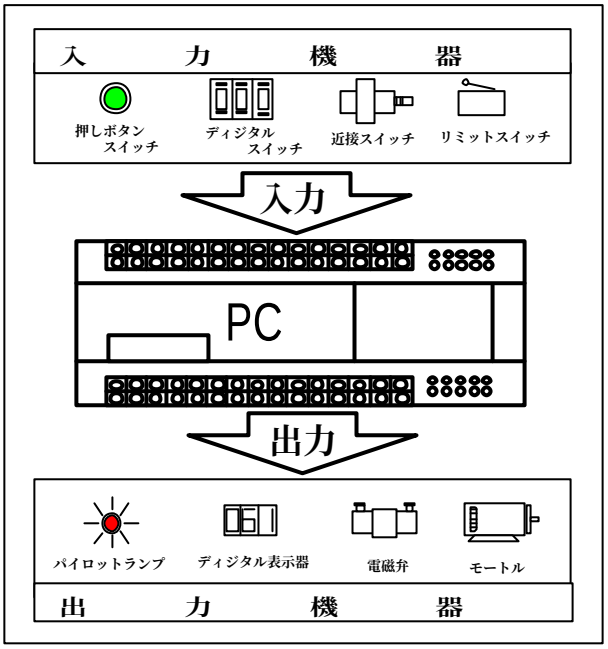


図１　ＰＣと入出力機器との関係

(3)　ＰＣの内部(図２)

ＰＣ内の信号の入出力，記憶，演算などに関わる機能のことを「リレー」と呼ぶ。

ＰＣ内部のリレーは，その機能によってそれぞれ名称がつけられており「入力リレーX」，「出力リレーY」，「補助リレーM」，「タイマーT」，「カウンターC」などがある。

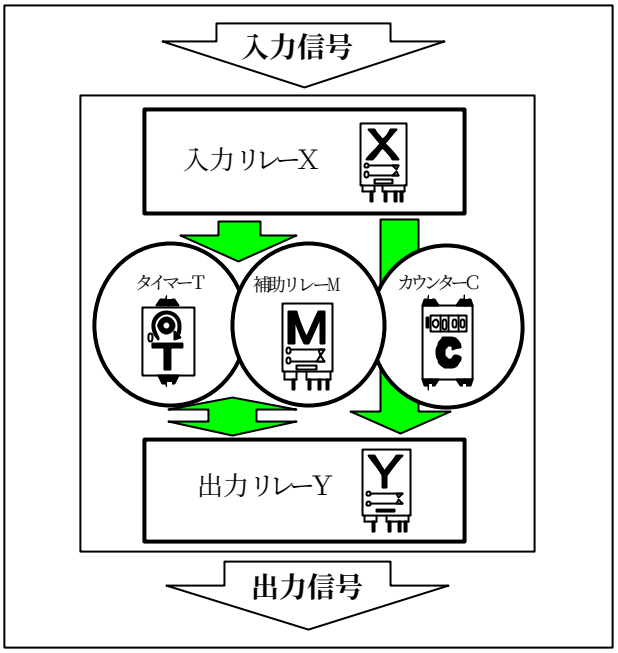


図２　PC内部のリレー

(4)　基本ＰＣ命令によるプログラミング作成

①　ラダー図(図３)

通常ＰＣを制御するプログラムの開発では，命令語によるプログラムより，人間が直感的に理解し易いラダー図と呼ばれる表現形式がよく利用される。

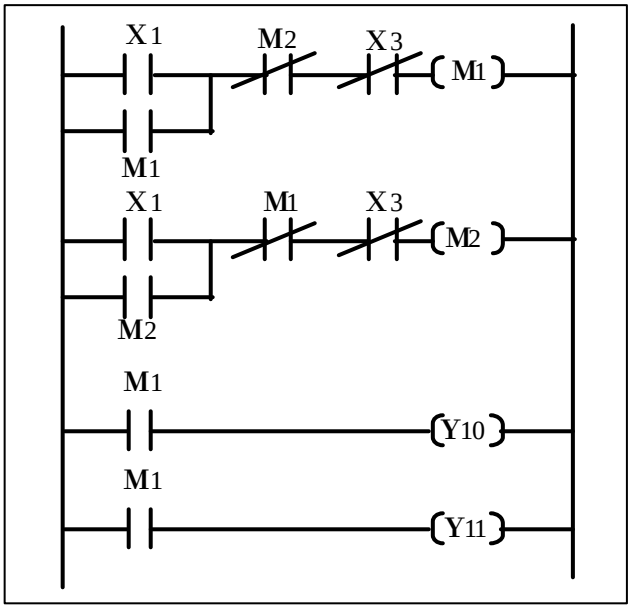


図３　ラダー図

②　ラダー図接点図記号（表１）

ラダー図で使用する接点図記号と電気回路で使用されている接点図記号との比較の一部を示す。

表１　接点図記号の比較

	ラダー回路接点図記号	電気回路の接点図記号	
a接点		JIS系列1	JIS系列2
b接点			

(5)　プログラミングソフト「FXGP／WIN」(図４，図５)

プログラミングは全て「回路プログラミング」画面でおこなう。画面下のファンクションキーガイドから入力する接点図記号を選択すると入力画面が表示され，そこに接点名を入力してプログラムを作成する。

図４　「回路プログラミング」画面

図５ 入力画面

３ ハンドロボットの基礎･応用

(1) 全体構成と各部名称(図６)

ハンドロボットは，三菱電機製「RV－M1」を使用，全体構成を以下に示す。

図６ 全体構成

(2) ハンドロボットの各部名称(図７)

ハンドロボットの各関節の名称は，ちょうど人間の腕に合わせてつけられている。その関係を以下に示す。

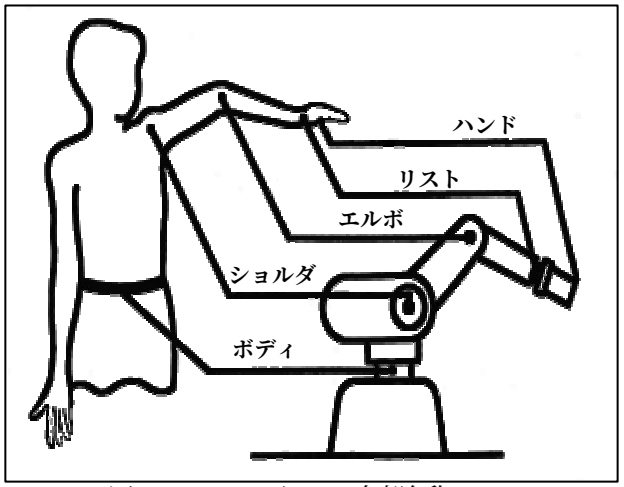


図７ ハンドロボットの各部名称

(3) ハンドロボットの操作(図８)

ティーチングボックスはロボットの姿勢を変化させたり，ポジションデータを登録させたりする作業をおこなうための周辺機器である。なお，プログラムの作成はティーチングボックスではおこなわず，パソコンを利用する。

図８ ティーチングボックス

ティーチングボックスによるジョグ操作には以下の３通りのモードがある。

①　ＰＴＰモード（図９）

ロボットには５つの関節を，各関節ごとに操作させることができ，早く大きく変化させたい場合に使用する。

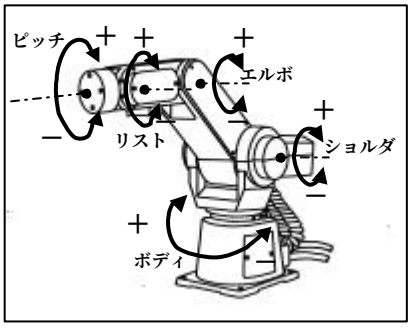


図９ PTP モードによる操作

②　ＸＹＺモード(図 10)

直交座標系に基づいて変化させることができ，細かい小さい変化をさせたい時に使用する。

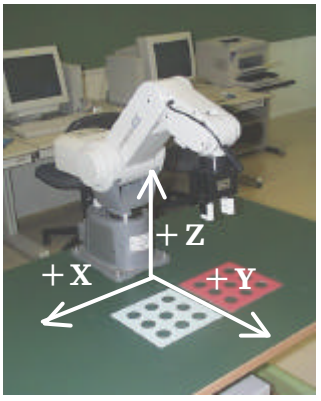


図10 XYZ モードによる操作

③　TOOLモード（図 11）

ハンドの向きを変えずにハンドを前進・後退させ，ワーク付近で細かい変化をさせたい時に使用する。

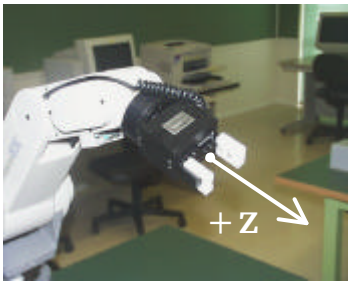


図11　TOOL モードによる操作

(4)　「RV−M1ロボットシミュレータ」ソフト　　図12，図13）

ポジションデータをロボットより取込み，このデータをもとにプログラムを作成し，それをロボットへ転送して使用する。以下にシミュレータソフトを利用しての利便性を示す。

①　プログラム編集画面で作成・編集が容易にできる。

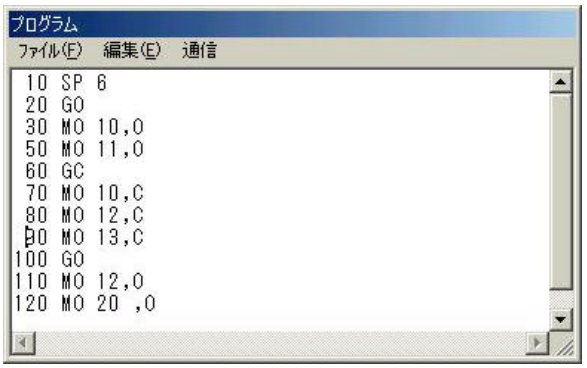


図12　プログラム編集画面

②　シミュレータ画面のみ，そしてハンドロボットのみのプログラム実行ができる。

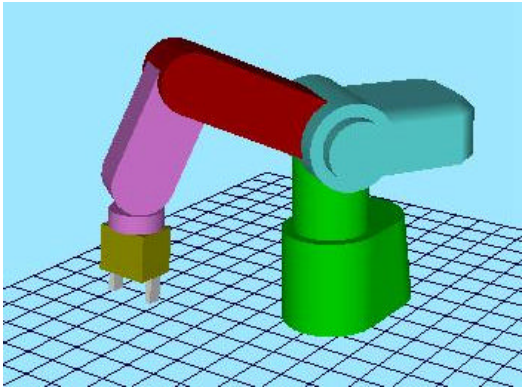


図13　シミュレータ画面

③　プログラム・ポジションデータのパソコンファイルへの読込み・書込みができる。

(5)　ロボットコマンド

代表的なコマンドの機能とその書式，そして表記例を示す。

①　MO(Move)

ポジション番号を指定して，その位置に移動する。

(a)　書式　MO　＜ポジション番号＞，（O／C）

(b)　例　　ポジション「1」にハンドを閉じて移動する。

MO　1，C
　　クローズ
　　ポジション「1」

②　MA(Move Approach)

ポジションAの座標値に，ポジションBの座標値を加算したポジションに移動する。この機能では2つともポジションの座標値は変化しない。

(a)　書式　MA　ポジションA，ポジションB
　　，（O／C）

(b)　例　　ポジション「10」にポジション「11」の各座標値を加算した位置にハンドを閉じて移動する。

MA　10，11，C
　　ポジション「11」
　　ポジション「10」

③　MT(Move Tool)

ポジションAから，ツール方向に指定した距離だけ加算したポジションに移動する。

(a)　書式　MT　＜ポジション番号＞
　　，＜ツール方向＞，（O／C）

(b)　例　　ポジション「10」からツール方向に沿って＋30mm前進した位置にハンドを開いて移動する。

MT　10，＋30，O
　　ツール方向「＋30」
　　ポジション「10」

④ ＰＡ(Palette Assign)

指定したパレットの縦方向と横方向の格子点数を設定する。

(a) 書式　ＰＡ　＜パレット番号＞
　　，＜縦方向点数＞，＜横方向点数＞

(b) 例　　パレット２（縦４列，横６列）を設定。

```
ＰＡ　２，４，６
　　　　　　横６列
　　　　　縦４列
　　　パレット２
```

⑤ ＰＴ(Palette)

指定したパレットの格子点座標を演算して，パレット番号と同じ番号のポジションに設定する。

(a) 書式　ＰＴ　＜パレット番号＞

(b) 例　　パレット５の格子点座標値を演算し，パレット番号と同じ番号のポジションに設定。

```
ＰＴ　５
　　パレット５
```

⑥ ＳＣ(Set Counter)

指定した番号のカウンタに指定した値を設定。

(a) 書式　ＳＣ　＜カウンタ番号＞，＜設定値＞

(b) 例　　カウンタ３１に値４を設定。

```
ＳＣ　３１，４
　　　　設定値「４」
　　カウンタ「３１」
```

⑦ ＲＣ～ＮＸ(Repeat Circle ～ Next)

ＲＣからＮＸコマンド間にあるプログラムを指定した回数繰り返す。

(a) 書式　ＲＣ　＜繰返し回数＞
　　・
　　・
　　・
　　ＮＸ

(b) 例　　ポジション「2」「3」の移動を 3 回繰り返す。

```
ＲＣ　３ ←――――　繰返し回数「3」
ＭＯ　２，Ｏ
ＭＯ　３，Ｏ
ＮＸ
```

⑧ ＧＳ(Go Subroutine)

指定した行番号から始まるサブルーチンを実行する。

(a) 書式　ＧＳ　＜行番号＞

(b) 例　　行番号「３００」から始まるサブルーチン「ｓｕｂ１」を実行する。

```
３０　ＭＯ　３，Ｏ
４０　ＧＳ　３００
　　・　　　行番号「３００」
　　・
　　・
３００　‘ｓｕｂ１
３１０　ＳＰ　６
３２０　ＭＯ　１０，Ｃ　｝「ｓｕｂ１」
　　・
　　・
　　・
```

4 外部入出力機器との協調

ベルトコンベアや個別操作ボックスなどの機器はＰＣにより制御することができる。さらにこれらをハンドロボットと協調させて制御する場合，両方の入出力配線をＩ／Ｏボックスへ接続しプログラムをＰＣとハンドロボットそれぞれ作成し転送することにより協調制御できる。(図 14，図 15)

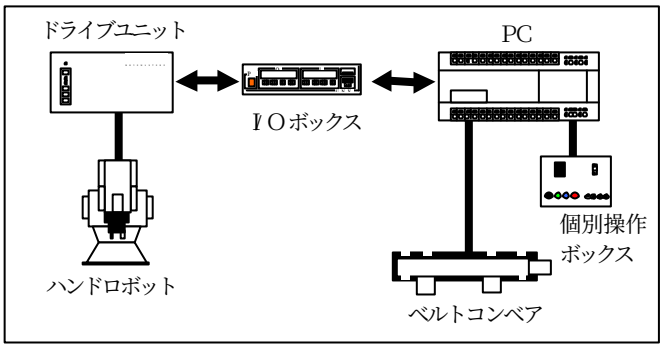


図14　全体構成

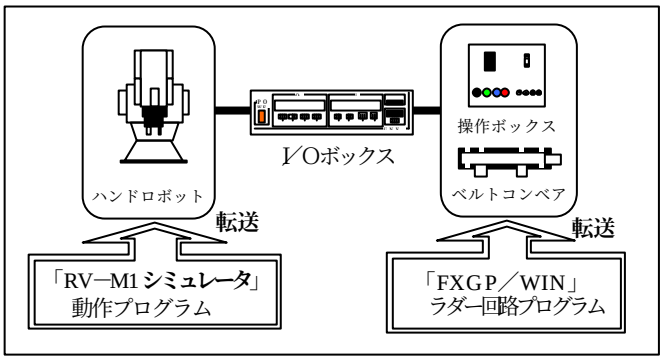


図15　プログラム転送

ハンドロボットには外部接続機器に対応できるよう入出力信号線が割り当てられている。

表２　ハンドロボット入出力信号線

入出力信号線	機　能
START	プログラムの起動，及び停止状態からの再開をします。
STOP	実行中のプログラムを停止します。
RESET	停止中のプログラムをリセットします。
RUN	プログラム実行中に出力されます。
WAIT	プログラム実行が停止中に出力されます。
ERROR	エラーが発生した時に出力されます。

５　ＦＡシステムの制御実習手引書作成

(1)　実習手引書作成上の留意点

はじめてＦＡシステムを学ぶ生徒でも基礎から応用まで段階的に学べるように，以下の点に留意し手引書を作成する。

①　視覚的に理解できるよう要点や注意点をできるだけ大きい文字で書き，文章表現は必要最小限にとどめ，図を多く取り入れるようにする。

②　ハンドロボットの操作やソフトを使用したプログラミングを生徒個人でも学習できるようにわかりやすく解説する。

③　生徒がハンドロボットを操作できる時間をより多く取れるようにする。

④　例題で簡単なプログラムを作成・実行させることにより自信がもてるようにする。

(2)　実習手引書の全体構成

実習手引書の全体構成を以下に示す。

第１章　プログラマブルコントローラ（PC）
１．シーケンス制御
２．ＰＣ内部と入出力機器
３．ラダー図
４．「ＦＸＧＰ／ＷＩＮ」基本操作
第２章　ベルトコンベア
１．ベルトコンベアの全体構成
２．センサ
３．ベルトコンベアの入出力割付
４．タイマを使用した回路
第３章　ハンドロボット基礎
１．ハンドロボットの全体構成
２．操作方法
３．ティーチング
第４章　ハンドロボット応用
１．「ＲＶ－Ｍ１」シミュレータ基本操作
２．移動コマンド
３．制御コマンド
第五章　パレタイズ
１．パレット演算
２．パレット関係コマンド
第６章　外部接続機器との協調
１．機器構成
２．入出力信号線の割付

(3)　実習手引書の内容（抜粋）

メーカー発行の「取扱説明書」の内容をそのまま理解させるのは難しいため，要点と注意点を簡潔にあげ，必要に応じて図を挿入して解りやすくした。

その内容を抜粋して以下に示す。

①　プログラマブルコントローラ

ＰＣの基礎知識とプログラミングソフトの基本操作に重点を置いた。

プログラマブルコントローラ制御実習

3年＿＿組　番号＿＿氏名＿＿＿＿＿＿

1 シーケンス制御の基礎

シーケンス（Sequence）とは，「連続して起こるもの・順序」という意味である。また，シーケンス制御については，次のように「あらかじめ定められた順序に従って，制御の各段階を逐次進めていく制御」と定義されている。

例　エレベータ，電気洗濯機，自動販売機　等

2 プログラマブルコントローラ

2－1　プログラマブルコントローラ（PC）とは

プログラマブルコントローラ （PC）は，メーカによって，シーケンサ またはシーケンスコントローラ （SC），プログラマブルロジックコントローラ （PLC）と呼ばれている。本実習では，日本電機工業会（JEMA）での正式名称プログラマブルコントローラ（以下PC）という呼称を用いる。

PC は，次のように「入出力部を介して各種装置を制御するものでありプログラマブルな命令を記憶するためのメモリを内蔵した電子装置」と定義されている。簡単にいうと，シーケンス制御を行うマイコンを内蔵した工業用電子装置である。

2－4　ＰＣの利用効果

（1）経済性
リレー約 10 個以上の制御盤では PC の方が一般的には低価格である。

（2）設計省力化
部品配置図の簡略化やシーケンス設計の容易化，試運転調整の容易化により大幅に設計の省力化が達成される。またシーケンスの変更が生じても，外部に接続されている機器に変更が生じない限り，配線の変更作業などは不要である。論理の変更は，すべてプログラム言語で行い，それをメモリに格納するだけで済む。

（3）短期納期
手配部品の減少，機械装置と制御盤の並行手配仕様変更に対する柔軟性，配線作業の簡素化などによる量産化もおこなえる。

（4）小型・標準化
リレー盤に比べ格段に小形化され，プログラムの再利用による量産化もおこなえる。

（1）例題１

入力スイッチX1 とX2 が，両方とも ON した条件で，出力ランプY10 が ON するラダー図は，次の様になる。

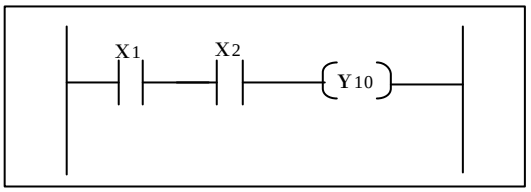
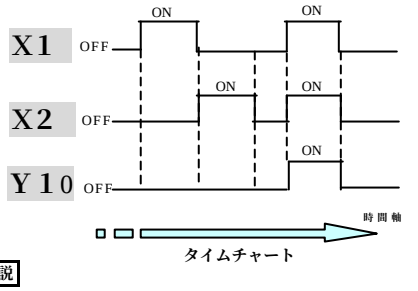


図　例題１



タイムチャート

解説

「入力スイッチX1 とX2 が，両方とも ON した条件」は，いわゆるＡＮＤ条件になる。つまり，この場合ではシンボルの X1 と X2 が直列に並んでいることが，ＡＮＤ条件に相当する。

② ベルトコンベア

センサの基礎知識とベルトコンベアを用いた応用プログラミングに重点を置いた。

ベルトコンベア制御実習

3年＿＿組　番号＿＿氏名＿＿＿＿＿＿

1 目的

センサの基礎事項を学び，さらにセンサを入力装置，そしてベルトコンベアを出力装置としたラダー回路プログラミングを理解する。

2 センサの基礎

2－1 センサとは

センサ（Sensor）とは人間の五感の働き（視覚，聴覚，触覚，臭覚，味覚）を代行し，外界の情報を電気信号に変換する回路素子のことをいう。

2－2 センサの種類

本実習で使用するセンサを以下のようにまとめた。

（1）光電センサ

投光部と受光部及び増幅部から構成され，物体が光路を通過するときの受光部への光量の変化を検知するものをいう。これは，光を減衰，遮断，反射させるものであるなら何でも検出可能ということである。

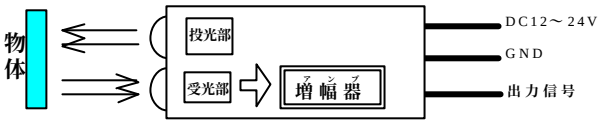


図1　光電センサ

3 ベルトコンベア

「ベルトコンベア実習装置」は下図のような構成になっており，これらの入出力は別表のように割付けられている。これをシーケンサ・プログラミングソフト「ＦＸＧＰ／ＷＩＮ」を使用してラダー回路プログラミングしていくことにする。

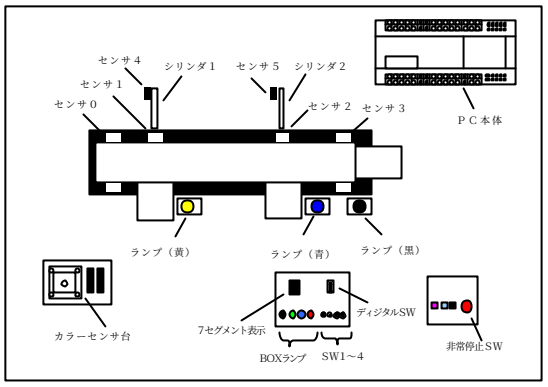


図１０　ベルトコンベア実習装置

3－1 例題1

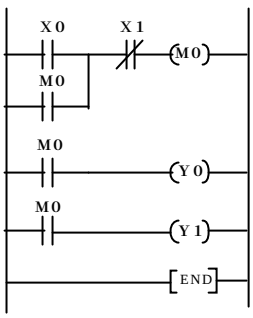
センサ0がワークを検知すると右方向駆動し，そしてセンサ1がワークを検知すると停止するプログラムの作成。

（1）　入出力割付表

入力		出力	
端子	接続機器	端子	接続機器
X0	センサ0	Y0	駆動リレー
X1	センサ1	Y1	切替リレー

※右方向駆動　Ｙ0→「ON」
　　Ｙ1→「ON」
左方向駆動　Ｙ0→「ON」
　　Ｙ1→「ＯＦＦ」

（2）　プログラム例



③ ハンドロボット

ハンドロボットとシミュレータソフトの基本操作，そして移動コマンドに重点を置いた。

ハンドロボット制御実習③

2 移動コマンド

① ＰＤ(Position Define)

【機　能】

指定したポジション番号に直交座標系ポジションを設定する。この機能で動作することはない。

【書　式】

PD　<No>，<X>，<Y>，<Z>，<ﾋﾟｯﾁ角>，<ﾛｰﾙ角>

例：ポジション「10」にＸ：－290，Ｙ：160，Ｚ：300，ﾋﾟｯﾁ角：－10，ﾛｰﾙ角：150を設定する。

PD＿10，－290，160，300，－80，150
ポジション「10」　Ｘ座標　Ｙ座標　Ｚ座標　ピッチ角　ロール角

② ＳＦ(Shift)

【機　能】

ポジションＡの各座標値に，ポジションＢの各座標値を加算して再登録する。この機能では動作することはない。

【書　式】

SF　<ﾎﾟｼﾞｼｮﾝA>，<ﾎﾟｼﾞｼｮﾝB>

例：前述のポジション「10」にポジション「11」（Ｘ：0，Ｙ：0，Ｚ：30，ﾋﾟｯﾁ角：0，ﾛｰﾙ角：0）の各座標値だけをシフトして再びポジション「10」に再登録する。

SF＿10，11
ポジション「10」　ポジション「11」

② ＭＡ(Move Approach)

【機　能】

ポジションＡの座標値に，ポジションＢの座標値を加算したポジションに移動する。この機能で２つともポジションの座標値は変化しない。

【書　式】

MA　<ﾎﾟｼﾞｼｮﾝA>，<ﾎﾟｼﾞｼｮﾝB>，（Ｏ／Ｃ）

例：前述のポジション「10」にポジション「11」の各座標値だけを加算した位置にハンドを閉じて移動する。

MA＿10，11，C
ポジション「10」
ポジション「11」

③ ＭＴ(Move Tool)

【機　能】

ポジションＡから，ツール方向に指定した距離だけ加算したポジションに移動させる。

【書　式】

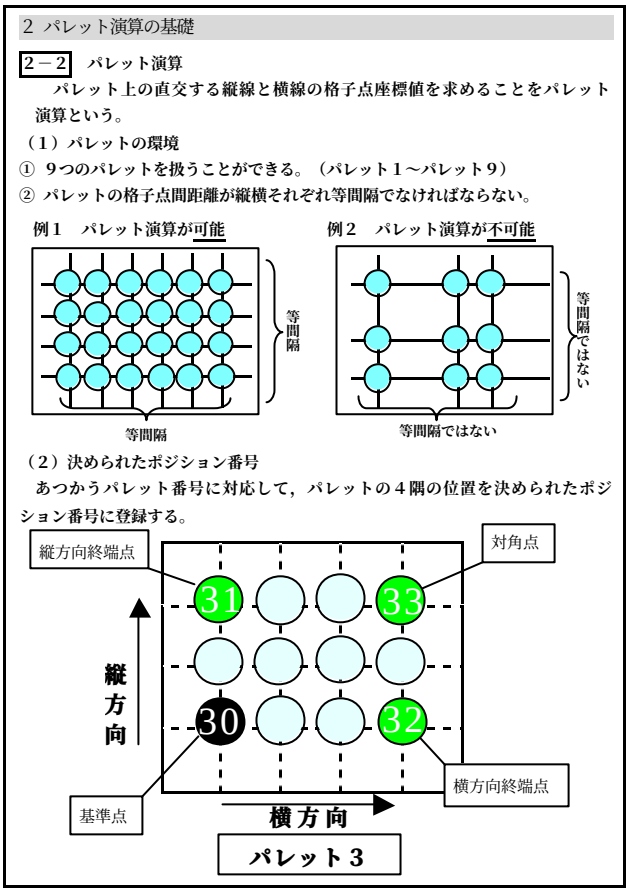
MT　<ﾎﾟｼﾞｼｮﾝA>，<ﾂｰﾙ方向移動距離>，（Ｏ／Ｃ）

例：ポジション「10」からツール方向に沿って＋30㎜ 前進した位置にハンドを閉じて移動する。

MT＿10，＋30，C
ポジション「10」　ツール方向＋３０mm

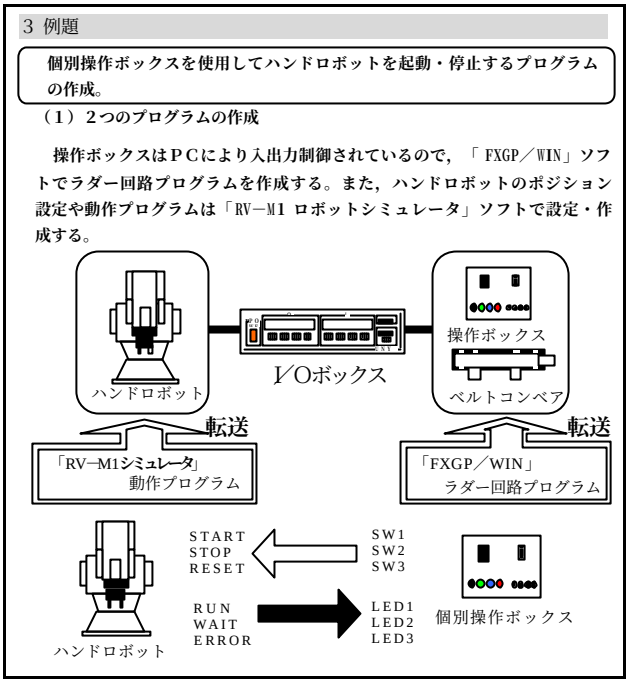
④　パレタイズ

パレット演算とパレット関係コマンドに重点を置いた。



⑤　外部接続機器との協調

ハンドロボットやベルトコンベアなどの各機器への入出力信号の役割とプログラム作成手順に重点を置いた。



Ⅲ　授業設計

1　単元名

ハンドロボット制御実習③

2　単元設定の理由

(1)　教材観

産業界における生産技術は，生産設備の自動化・無人化を図るＦＡの技術開発と共に発展してきた。なかでも工場の生産ライン上にはコンピュータで制御された産業ロボットが組み込まれ，その需要は生産性の向上とともに拡大していくものと予測される。電気・電子分野で学ぶ生徒も「自動制御」の一形態として，コンピュータによるハンドロボット制御についての基礎的・基本的な知識と操作技術の習得が重要であると考える。本単元では，ハンドロボットのプログラム作成をとおして基礎的な操作技術の習得を図る。

(2)　生徒観

3 学年では，コンピュータによる制御技術の学習を，ＰＣを活用したエレベータ制御実習により経験している。しかし，実習装置の電気配線および実習手順が煩雑なため苦手意識をもち興味・関心の低い生徒もいる。そこで，配線の煩わしさや動作までの操作を簡便化した教材を取り組ませることによって興味・関心を高める。

(3)　指導観

本単元では，まずハンドロボットの簡単な操作方法を学ばせ，自動制御技術に関する興味・関心を引き出し，さらに基礎的なプログラムを作成・実行させることによって自動制御技術についての概要を理解させる。

3　単元の指導目標

実習手引書をとおして，いろいろな移動コマンド等の機能と書式について学習させるとともに，実際にこれらのコマンドを使用したプログラムを自ら作成・実行させることにより，基本コマンドの知識・技術の習得を図る。

4 指導計画と配当時間

中単元：ＦＡシステム制御実習（8 週×3 時間）のうち，本時は第 5 週目

週	時間	実　習　内　容	備　考
1	3h	単元：プログラマブルコントローラ（ＰＣ）の機能と「ＦＸＧＰ／ＷＩＮ」ソフトを使用してのラダー図プログラムの作成 ・ＰＣの機能，構成，利用効果 ・ラダー図について ・「ＦＸＧＰ／ＷＩＮ」ソフトの使用用法とプログラミング	
2	3h	単元：センサの基礎とベルトコンベアを出力装置としたラダー回路プログラミング ・センサの基礎 ・センサを入力装置，ベルトコンベアを出力装置としたラダー回路プログラミングを学ぶ。	
3	3h	単元：ハンドロボットの操作とティーチング ・ハンドロボット本体の各部名称と操作方法 ・ティーチング	
4	3h	単元：「ＲＶ－Ｍ１ロボットシミュレータ」ソフトを使用しての動作プログラム作成 ・「ＲＶ－Ｍ１ロボットシミュレータ」ソフトの使用方法 ・基礎的なロボットコマンドを学ぶ	
5	3h	単元：移動コマンドを使用してのプログラム作成 ・　前回の実習を発展させる。 ①　移動コマンドＰＤ，ＳＦ，ＭＡ，ＭＴなどについての学習 ②　例題 1　　ＭＡコマンドを使用してのプログラム ③　例題 2　　ＭＴコマンドを使用してのプログラム ④　課題 3-1　ＭＡコマンドを使用してのプログラム ⑤　課題 3-2　ＭＴコマンドを使用してのプログラム ⑥　課題 3-3　ＭＴコマンドを使用しての応用プログラム ⑦　まとめ	
6	3h	単元：パレット演算機能を利用してのプログラム作成 ・パレタイズとは ・パレタイズ用の特別なポジション登録 ・パレット関係コマンドＰＡ，ＰＴ，ＳＣなどについて	
7	3h	単元：プログラム制御命令を利用したプログラムの作成 ・制御コマンドとは ・応用プログラミング	
8	3h	単元：ハンドロボットやベルトコンベアなどの各機器との協調制御 ・全体構成 ・各機器へのプログラム	

5 本時の学習指導

(1) 主題名

移動コマンドを使用してのプログラミング

(2) 指導目標

今回作成した実習書をとおして，移動コマンドの使用方法を習得できる。

(3) 行動目標

①　ティーチングを操作できる。

②　シミュレータソフトを使用してプログラミングできる。

③　いろいろな移動コマンドでロボットを制御することによって，制御の楽しさを実感させる。

6 実習手引書の検証

作成した手引書をもとに，課題研究で「ＦＡ」を選択している電子科３年生（男子８名）を対象に平成13年10月25日（木）検証授業を実施した。

授業は前回の実習内容を発展した実習形態であった。そこで，導入時には基礎・基本を身につけさせる意味で前回の実習で学んだコマンドについて復習しながら授業展開を行った。この復習する授業展開から導入にはいったことにより，新たに学習したコマンドと前回学んだ基本コマンドをいろいろ組み合わせながら短時間で課題を解いていく生徒もいた。しかし，新たに学んだコマンドが，まだ理解できなく時間は多少かかったが，指導者のアドバイスを受けて課題を解く生徒もいた。

授業終了後，生徒にこの実習に対するアンケートに記入してもらった。その内容を検証すると，「今日は前回より難しかった」，「手引書どおりにやるとうまくできた」，「課題がなかなかできないので面白くなかった」，「思いどおりの命令でハンドロボットが物を取りに行ったりするので楽しめた」等いろいろな意見が挙がった。

検証授業やアンケート結果を踏まえ，本実習手引書による学習は，ＦＡシステムの自動制御全般を理解させ，興味・関心を引き出させるには効果的であるのではないかと考える。

一方，より高度なコマンドといくつかの基本コマンドを組み合わせて行う課題に直面した場合，課題がなかなかできない生徒もいた。したがって，基本以外の応用にも対処できるようシミュレータソフトの活用を多めに手引書に反映させ，また詳細な解説を入れた例題を多く取り入れる等，今後手引書に追加する必要がある。

写真１ ティーチング風景

写真２ プログラム作成風景

Ⅳ まとめと今後の課題

今回の研修では，ＰＣの基礎学習，空気圧制御，光通信技術，ＩＳＤＮ通信技術，Visual Basicによる制御，シーケンス制御による相撲ロボットの制作等多くの長研講座を受講して制御全般の基礎・基本を身につけることができた。

実習手引書は，はじめてＦＡシステムを学ぶ生徒が基礎から応用まで段階的に学習でき理解を深められるよう，特に図や文字には視覚的にその操作方法や内容理解が印象づけられる書体や文体に心がけて仕上げた。

しかしながら，検証授業の結果にもあるように，応用課題に直面した場合，なかなかできない生徒もおり，わかりやすい手引書という点では改善が必要である。

今後は実習授業展開の中で，難解な部分を把握し，本実習手引書の改訂をしていきたい。

なお，協調制御実習では基礎的な分野しか仕上がっていないので今後，応用分野も追加できるように研究を継続したい。

＜主な参考文献＞

浅野哲正　1990　「図解　シーケンサ百科」　オーム社